

時間貸し駐車場需要の価格弾力性の推計

浅岡 大輝¹・瀬谷 創²・力石 真³

¹非会員 神戸大学 大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: 211t101t@stu.kobe-u.ac.jp

²正会員 神戸大学准教授 大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: hseya@people.kobe-u.ac.jp (Corresponding Author)

³正会員 広島大学准教授 大学院先進理工系科学研究科 (〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1)

E-mail: chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp

本研究では、ほぼ自由市場に近い状況といえる日本の時間貸し駐車場（コインパーキング）を対象に、広島県広島市中心部の8km²四方程度の対象地域において、時間貸し駐車場の価格と需要（駐車率）を調査し、駐車場需要の価格弾力性を推定した。推定においては、価格の内生性と、一部の駐車場のみを需要調査の対象としたことに起因するサンプルセレクションの問題が発生するため、これらの問題に対して、Heckman型のサンプルセレクションモデルと操作変数法を組み合わせることで対処した。分析の結果、価格弾力性は-1.6と、海外の既往研究と比べるとやや大きな値になった。この結果は、代替の駐車場や交通手段が利用しやすいという特徴に起因すると考えられる。

Key Words : coin-operated parking, price elasticity of demand, sample selection, instrumental variables

1. はじめに

Shoup (2005)¹⁾が、米国における駐車場政策の改善のためのいくつかの示唆に富む提案を行ってから暫くがたつが、その中の一つが駐車場のプライシングである。そこでは、スマートメータやセンサーを用いて、駐車場における駐車率（occupancy rate）を計測し、それに応じて価格を調整することが提案されている。具体的には、各ブロックにおいて、1時間ごとに価格を調整することで、新規到着車のために、駐車場に少なくとも1つの駐車スペースが空いている状態を生み出すことが目指されている。価格をこのように設定することができれば、市内の交通量の少なくない割合をしめる駐車場探索（cruise for parking）による渋滞を避けることができる。実際にサンフランシスコでは、Shoupの提案に基づいて価格調整の社会実験が行われ、市場ベースのプライシングの実行可能性が確認されている（SFparkプロジェクト）²⁾。

欧米では、駐車場の多くが路上（on street）に供給されているのに対し、日本では路外（off street）への供給が主流である。また、欧米では公的主体による供給が主であるのに対し、日本では特に1990年代前半以降、民間事業者が供給する狭小なコイン式時間貸自動車駐車場、いわゆる「コインパーキング」が急増するに至っている

³⁾。コインパーキングでは、それぞれ立地個所や時間帯によって異なる価格が、ローカルな需要を勘案しながら管理者（・所有者）によって設定されている。すなわち日本では、世界的にみてもユニークな、市場オリエンテッドな駐車場政策が採用されている⁴⁾。これにより日本では、世界的にも研究知見が少ない駐車場の価格弾力性についてSP調査や社会実験無しで推定が可能である。

以上のような背景の下、本研究では、ほぼ自由市場に近い状況といえる日本の時間貸し駐車場（コインパーキング）の特徴を生かし、駐車場需要の価格弾力性を実証的に推定することを試みた。具体的には、広島県広島市中心部の8km²四方程度の対象地域において、時間貸し駐車場の価格と需要（駐車率）を調査し、駐車場需要の価格弾力性を計量経済学的手法で推定した。推定においては、価格の内生性と、一部の駐車場のみを需要調査の対象としたことに起因するサンプルセレクションの問題が発生するため、これらの問題に対して、Heckman型のサンプルセレクションモデルと操作変数法を組み合わせることで対処した。

以下、第2章では既往研究のレビューを行う。第3章では、本研究で使用するデータの概要について説明し、第4章では分析に用いる手法を示す。続いて第5章では実際に価格弾力性の推定を行い、最後に第6章で結論と

今後の課題を述べる。

2. 既往研究のレビュー

Lehner and Peer (2019)⁶⁾ は駐車場の価格弾力性に関する 50 の既往研究に関するメタ分析を行った。具体的には、駐車に関する 3 つの指標（駐車率：EPO、駐車時間：EPD、駐車台数：EPV）の価格弾力性について分析した。その結果によれば、本研究で着目する EPO は、 $-0.29 \sim 1.26$ の値を持ち、ほとんどが 1 以下であることが報告されている。すなわち、駐車率でみた需要は、価格に対して比較的弾力的であることが示されている。しかし、これらの研究のほとんどは、SP 調査に基づくものであり、特有のバイアスを持つ点には注意が必要である。また、路上駐車がメインの欧米と路外駐車がメインの日本では状況は大きく異なるため、弾力性も異なってくると考えられる。

日本を対象とした研究として、吉田 (1988)⁶⁾ は、宇都宮都心部における時間貸し駐車場の利用実態調査（昭和 62 年 10 月実施）より得られた需要（トリップ数）と価格のデータを用いて重力モデルを推定し、駐車場需要の価格弾力性は、距離関数の設定に応じて、 $-1.66 \sim -0.91$ 程度となるという結果を得た。また、田中ら (2020)⁷⁾ は神戸市の三宮駅周辺を対象に駐車場利用者へのアンケート調査を行った。アンケートでは目的地や駐車時間、同乗者の有無などを調査している。その結果、駐車場所の選択には価格と目的地までの距離が負に有意に効いており、駐車時間には飲食・買い物目的ダミーと同乗者ダミーが正に有意に効いていることを示した。このような需要の価格弾力性に関する研究以外にも、価格の決定要因に関して分析を行った研究も存在する。Scya et al. (2020)⁸⁾ は、後述する本研究と同じデータセットを用いて（ただし、需要に関するデータは使用していない）、駐車場価格の決定要因について分析した。その結果、近接地区の競合他社の存在が駐車場価格を押し下げること、価格の決定要因はローエンドとハイエンドの市場で異なることなどを明らかにした。

本研究は価格が市場で決まるという日本の時間貸し駐車場の特徴を生かした実証分析であり、SP 調査による検証が中心の駐車場の価格弾力性研究に新たな知見を付加するものと考えられる。また、価格だけでなく駐車場の立地条件が需要に与える影響も分析可能であるというのは、数個の駐車場を対象とした既往研究には見られない利点である。

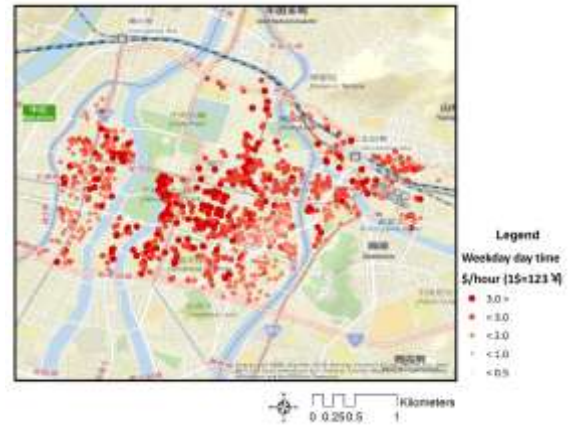


図 1：1 分ごとの価格（平日日中）

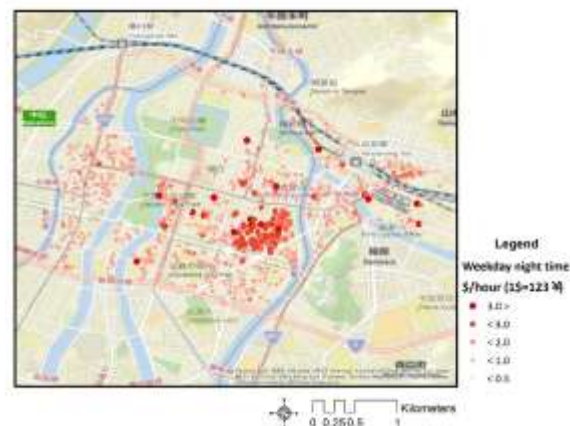


図 2：1 分ごとの価格（平日夜間）

3. 使用するデータ

(1) 対象地域

本研究の対象地域は、広島を中心地である。対象地域には、34 の路面電車の駅が含まれている。

a) 駐車場価格データ

時間貸し駐車場ごとの価格については、現地調査で取得した。現地調査は、2015 年の 2 月最終週、広島大学の土木計画系の学生を調査員として実施した。調査員は、各駐車場の価格表示版の写真を GPS カメラで撮影し、その後 GPS の位置誤差を google map 等の情報を用いて手動で確認・補正した。8km² 四方程度の対象地域に、トータルで 949 の時間貸し駐車場が確認された。

駐車場価格は、例えば 8:00 から 24:00 が 200 円/40 分のような形で、価格表示版に記載されている。地理的に見ると、高価格帯・低価格帯の駐車場の局所的な集中が見られることが分かる（図 1、図 2）。興味深いのは、例えばビジネス街では、日中に高価格・夜間は低価格であるが、歓楽街では逆であるという点である。データの記

述統計量については Axhausen et al. (2015)²⁾ を参照されたい。

言うまでもなく、日本の時間貸し駐車場における価格の設定の仕方は時間の区切り方、休日料金の設定、最大料金の有無や、最初の 30 分を無料とするなど非常に多様である。本研究においては平日昼間の 10 分当たりの駐車料金を価格とすることとした。具体的には看板に 200 円/30 分と記載されていれば 66.6 円を価格とした。これは、駐車需要の調査が平日昼間に行われたためである。

b) 駐車場需要データ

駐車場需要のデータは、価格同様に現地調査で得られたものを使用する。a) で述べた駐車場価格調査により、時間貸し駐車場が 900 強確認された。理想的には、それらを同時刻にかつ複数回訪問し、需要指標の弾力性（駐車率：EPO，駐車時間：EPD，駐車台数：EPV）を推定することが望ましいといえる。しかし、このことは限られた時間と調査員では不可能である。そこで本研究では、「Google Maps で確認できた駐車場」という条件で対象を絞りこみ、町丁目程度の領域に各調査員を割り当て、調査員は各担当地域の中の対象駐車場を 13:00 頃～19:00 頃までの間で巡回して、駐車されている台数と収容台数をカウントするという形式をとった。そのため生のデータとしては各駐車場の収容台数（capacity）と数時点におけるの観測時刻、駐車台数が格納されている。ただし当該調査では、対象となった駐車場のみしか収容台数の情報を取得できていなかった。そこで、2019 年度に追加で全駐車場について、当該情報を取得することとした。具体的には、Google Earth で 2015 年 9 月の衛星写真上に対象駐車場をプロットし、収容台数を目視で数えた。しかし、この方法では確認できなかったものもあり、収容台数のデータがない駐車場は全駐車場の 17.4%（165 か所）であった。なお、収容台数を入手した理由は、この変数が Google Maps で確認できた駐車場のみをサンプルとすることによるセレクションバイアスの考慮に有用であると考えたためである。図 3 には、需要を取得した駐車場を青（133 か所）、未取得の駐車場を緑（816 か所）で示している。

駐車場需要については、それぞれの駐車場の収容台数（capacity）と各時点 t の駐車台数（count (t ））を用いて T 個の時点での駐車率を計算し、それらの平均を平均駐車率（以下駐車率）（occupancy）とした。

$$occupancy = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{count(t)}{capacity} \quad (1)$$

なお、 T は駐車場毎に異なるが（ T_i ），ここでは簡単のため T と表記している。実際の推定では、occupancy の自然対数をとるの必要があり、ゼロ値が問題となる。ただし、典型的なアドホックな対処法である [1] 0 の対数値を 0 とする方法、[2] すべての価格に 1 を加えて価格差を保



図 3：需要取得駐車場（青：取得，緑：非取得）

表 1：データセット

データ名	概要	入手先	年度
道路網	道路の格（国道、市道他）	ESRI ジャパン	2015
	道路幅員		
	一方通行の有無		
	旅行速度 規制速度		
国勢調査	人口（町丁目）	e-Stat(総務省)	2010
	面積（町丁目）		
経済センサス	産業・規模別の事業所・従業者数	e-Stat(総務省)	2009
用途地域	用途地域	国土数値情報 (国土交通省)	2010
公示地価	駐車場における地価		
駐車場	運営会社	実地調査	2015
	駐車場名		
	料金制度と料金		
	最大料金		
	位置情報 駐車台数（一部） 収容台数		

存する方法、[3] 0 を 0.001 に置き換える方法いずれの場合でもモデル推定結果の符号と有意水準に違いが見られなかったため、本研究においては 0 値を 0.001 に置き換え、対数変換を行った。

c) その他のコントロール変数のデータ

その他、価格弾力性を推定するための回帰モデルの説明変数を作成するためのデータセットを表 1 に示す。なお、地価の情報は国土交通省（国土数値情報）より調査年の公示地価を入手し、それをを用いて隣接している道路幅員と駅までの距離、用途地域を説明変数とした空間回帰モデル（Kriging）を作成して駐車場に割り当てた。また、全駐車場、および需要取得済みサンプルの記述統計を表 2、3 に示す。以下、各説明変数の概要について説明する。

会社ダミー：駐車場の運営会社による需要の特性を見るため、運営会社についてグループ分けを行い、ダミー変数をとった。大手（major），準大手（submajor），公営（public），それら以外の 4 つである。major に分類される駐車場は全国に広くチェーン展開をしており、メンバーシップによるポイント制度を導入しているものであ

表 2 : 記述統計 (全駐車場)

サンプルサイズ : 949

ダミー	変数名(式中)	単位	平均	標準誤差	最小値	最大値	yes(ダミー)
	地価(LandPrice)	円/㎡	537094.821	191965.419	149495.772	1118888.793	
	対数地価(landprice_log)		5.703	0.155	5.175	6.049	
	価格(DTWD_per10min)	円	48.350	25.391	10.000	266.667	
	対数価格(DTWD_per10min_log)		3.762	0.483	2.303	5.586	
	アクセシビリティ指標(accessibility)		309047.820	89029.515	168389.200	1409621.600	
	200m以内にある駐車場の数(r200)	個	16.107	9.946	0.000	53.000	
	200m以内にある大手の割合(r200_majorrage)		0.235	0.155	0.000	1.000	
	一般国道からの距離(kokudo)	m	669.807	548.549	0.147	2490.000	
	主要地方道(tihoudou)	m	1065.919	692.908	8.960	2624.691	
	一般市道からの距離(shidou)	m	579.718	449.119	6.720	2044.475	
	一般都道府県道等からの距離(kendou)	m	353.450	222.834	3.230	1000.000	
会社ダミー	大手(major)		0.235	0.424	0.000	1.000	223
	準大手(submajor)		0.466	0.499	0.000	1.000	442
	公営(Public)		0.006	0.079	0.000	1.000	6
	その他		0.292	0.455	0.000	1.000	278
区ダミー	東区(Ward_HIGASHI_WARD)		0.046	0.210	0.000	1.000	44
	南区(Ward_MINAMI_WARD)		0.132	0.338	0.000	1.000	125
	中区(Ward_NAKA_WARD)		0.822	0.383	0.000	1.000	780
用途地域ダミー	商業地域(Commercial_districts)		0.859	0.348	0.000	1.000	815
	近隣商業地域(Neighborhood_commercial_districts)		0.123	0.329	0.000	1.000	117
	準工業地域(Quasi_industrial_districts)		0.012	0.107	0.000	1.000	11
	第2種住居地域(Category2_residential_districts)		0.006	0.079	0.000	1.000	6
最大料金ダミー	DTWD_maxpr_dum		0.579	0.494	0.000	1.000	549
割引ダミー	Discount		0.101	0.302	0.000	1.000	96
セクションダミー	sample_dum		0.140	0.347	0.000	1.000	133

表 3 : 記述統計 (駐車場需要取得サンプルのみ)

サンプルサイズ : 133

ダミー	変数名(式中)	単位	平均	標準誤差	最小値	最大値	yes(ダミー)
	駐車率(occupancy_AV)		0.563	0.265	0.000	1.000	
	対数駐車率(occupancy_AV_log)		-1.158	1.936	-6.908	0.000	
	地価(LandPrice)	円/㎡	579689.119	189239.147	206464.787	1116959.717	
	対数地価(landprice_log)		5.741	0.139	5.315	6.048	
	価格(DTWD_per10min)	円	59.236	31.774	16.667	200.000	
	対数価格(DTWD_per10min_log)		3.939	0.554	2.813	5.298	
	アクセシビリティ指標(accessibility)		322594.368	72485.425	191055.700	53636.200	
	200m以内にある駐車場の数(r200)	個	18.105	9.358	1.000	52.000	
	200m以内にある大手の割合(r200_majorrage)		0.243	0.120	0.000	0.833	
	一般国道からの距離(kokudo)	m	637.131	471.285	23.100	1800.000	
	主要地方道(tihoudou)	m	1110.650	655.915	12.046	2490.048	
	一般市道からの距離(shidou)	m	587.357	337.530	22.029	1294.171	
	一般都道府県道等からの距離(kendou)	m	300.883	186.148	4.600	803.000	
会社ダミー	大手(major)		0.820	0.386	0.000	1.000	109
	準大手(submajor)		0.015	0.122	0.000	1.000	2
	公営(Public)		0.000	0.000	0.000	0.000	0
	その他		0.165	0.373	0.000	1.000	22
区ダミー	東区(Ward_HIGASHI_WARD)		0.000	0.000	0.000	0.000	0
	南区(Ward_MINAMI_WARD)		0.165	0.373	0.000	1.000	22
	中区(Ward_NAKA_WARD)		0.835	0.373	0.000	1.000	111
用途地域ダミー	商業地域(Commercial_districts)		0.940	0.239	0.000	1.000	125
	近隣商業地域(Neighborhood_commercial_districts)		0.045	0.208	0.000	1.000	6
	準工業地域(Quasi_industrial_districts)		0.000	0.000	0.000	0.000	0
	第2種住居地域(Category2_residential_districts)		0.015	0.122	0.000	1.000	2
最大料金ダミー	DTWD_maxpr_dum		0.406	0.493	0.000	1.000	54
割引ダミー	Discount		0.045	0.208	0.000	1.000	6

る (タイムズパーキング, 三井のリパーク) . submajor は, 対象地区内に 30 以上の駐車場を持つ運営会社である. 30 以上としているのは, 各会社の運営している駐

車所の数が 21~30 の会社が存在しておらず, 1~20 が 38, 21~30 は 0, 31 以上は 9 と 30 前後で運営会社の規模を示す明確な境目があったためである.

大手駐車場の割合：大手 (major) の駐車場はポイント制度を採用しており、固定客の存在が考えられる。したがって、ある駐車場は周囲に大手の駐車場が多いほど、需要が少なくなる可能性がある。そのような仮定のもと、一定距離以内にある駐車場のうち大手が占める割合を算出した。なお、距離は道路距離で計算した。ここで、「一定距離」については、100m から 1000m の範囲で (100m おきの) 当てはまりが最もよかった 200m を採用した。

主要道路までの距離：アクセスのしやすさや発見のしやすさの指標として、主要道路から駐車場までの距離を算出した。ここで、主要道路は一般国道、主要地方道、一般都道府県道等、指定市の一般市道とした。なお、距離は道路距離で計算した。

アクセシビリティ指標：駐車場の広域的な視点でのアクセスのしやすさの指標として、アクセシビリティ指標を算出した。アクセシビリティ指標は、次式 (2) のように定義した。

$$accessibility = \sum \frac{\text{非農林漁業従事者数 (人)}}{\text{町丁目重心までの距離 (km)}} \quad (2)$$

なお、距離は道路距離で計算した。

4. 使用するモデル

(1) サンプルセレクションの考慮

本研究では、基本的に両対数型の回帰モデルを用いて弾力性を推定する。しかし、前節で述べた通りサンプルとして駐車率のデータがあるのは対象地域にある駐車場の一部である。これらは Google Maps に記載があるもののみであり、基本的には大手が経営する時間貸し駐車場に偏っていると考えられる。このような偏りのあるサンプルを用いて分析を行うと、市場全体の平均的傾向を捉えられない可能性がある。また、今回説明変数に用いる駐車場価格は、需要 (駐車率) と同時決定の関係にあると考えるため、同時性と呼ばれる内生性を考慮する必要がある⁹⁾。

前者は、サンプルセレクションと呼ばれる問題であり、計量経済学では、サンプルセレクションモデルを用いた対処がなされることが多い。一方後者については、操作変数法を用いた対処がなされることが多い。Stata の `cmp` モジュールでは、これらを同時に考慮することが可能であり¹⁰⁾、本研究ではこれを用いることとした。

(2) 説明変数の選定

本研究においては、簡単化のためサンプルセレクションバイアス・内生性を考慮しない単純な重回帰モデルに

おいて、 p 値と VIF の観点から変数選択を行った。

(3) 操作変数の作成と選択

一般的に操作変数 (IV) に必要な性質は 2 つあり、IV が内生変数と (強い) 相関を持つこと (関連性)、および IV が構造的な誤差項と相関を持たないこと (除外制約) である。関連性は内生変数を操作変数 (及び外生変数) に回帰したときの F 値、外生性は過剰識別検定で裏付けている。本研究では、IV として、地価 (の自然対数) と周囲の駐車場の数を検討した。

a) 対数地価

今回対象としている駐車場は、ほとんどが土地の持ち主が直接運営しているのではなく、駐車場管理を受け持つ業者が空き地や遊休地を借り入れ運営されている。そのため、駐車場の価格は土地の賃借料の基礎となる地価と強く相関すると考えられる。実際に地価と駐車場価格の相関を調べた結果 (実スケール)、相関係数は 0.373 であった。また、対数駐車場価格を当該対数地価変数 (及び外生変数) に回帰したときの F 値は、19.909 ($p = 0.000$) となり、慣習的な基準である 10 以上を満たした。一方、地価は直接は需要 (駐車率) に影響しないと想定されるため、除外制約も満たされるものと仮定した。

b) 周囲の駐車場の数

Seya et al. (2020)⁸⁾ は、価格の主要な部分が、空間的価格競争によって決定されていると示している。すなわち、周囲の駐車場の数は価格に影響を与え、価格を通して需要に影響を与えることが考えられる。そこで周囲の駐車場の数を操作変数として用いることとした。周囲の定義は、松原ら (2020)¹¹⁾ の研究をもとに距離の範囲を 100~600m とし、後述の過剰識別検定の結果最良であった 200m と設定した ($r200$)。 $r200$ と駐車場価格の相関を調べた結果 (実スケール)、相関係数は -0.218 であった。また、対数駐車場価格を当該 $r200$ 変数 (及び外生変数) に回帰したときの F 値は、56.374 ($p = 0.000$) となり、慣習的な基準である 10 以上を満たした。

もう一つの条件である除外制約については、これが満たされると強く主張することは難しいが、基本的には周囲の駐車場の需要への影響は価格を通したものであり、価格を通さない需要への直接の影響というのは小さいと思われる。今、対数地価のみを駐車場価格に対する IV、 $r200$ を外生説明変数としてセレクションバイアスを考慮した回帰モデルを推定すると、 $r200$ の係数の有意性が著しく低いという結果を得た ($p = 0.989$)。これは $r200$ が需要に対して直接の影響を持っておらず、価格を通してのみ影響を与える可能性を示している。このような考察に基づき、駐車場価格に対する IV として対数地価および $r200$ を用いることとした。

5. 実証分析

(1) 推定結果

a) OLS 推定 (サンプルセレクション, 内生性非考慮)

まず, 内生性とサンプルセレクションを無視した OLS 推定の結果を示す. 前述の方法で変数選択し, 表 4 を得た.

結果運営会社を示すダミー変数である major と submajor がともに 5%水準で正に有意となった. アクセシビリティ指標 (accessibility) に関しては係数が非常に小さい負の値を示し, 変数選択の結果除外された. 周囲との競合を考慮するために入れた変数 r200_majorate は予想通り負の係数を示し, 1%有意となった. 用途地域における近隣商業地域を示すダミー変数も正に有意となった. 割引の有無を示すダミー変数 (Discount) も有意となったが, 係数は負である.

対数駐車場価格 (DTWD_per10min_log) は, 負で 5%水準で有意となった. 弾力性は, -0.461 となった.

b) IV 推定 (サンプルセレクション非考慮)

本研究では, 前述の通り内生変数である対数駐車場価格に対する IV として対数地価と 200m 以内にある駐車場の数 (r200) を用いることとした. まず, 操作の対象としている価格の内生性を検定する. 結果, 内生性を持たないという仮説が 1%水準で棄却された. また, 過剰識別検定の結果, いずれの操作変数についても外生性を持たないという帰無仮説が棄却された.

IV 推定の結果を表 7 に示す. 結果, 対数駐車場価格 (DTWD_per10min_log) は, 負で 1%水準で有意となった. 弾力性は, -1.162 となった. 内生性を無視することによって, 効果が過小に推定されている可能性が示唆される.

c) サンプルセレクションを考慮した IV 推定

サンプルセレクションモデルの推定を行うにあたって, プロビット型のセレクション式 (観測: 1, 非観測: 0 とする) を推定する必要がある. 本研究においてサンプルを選ぶ基準となっているのは Google Maps に情報の記載があるか否かである. Google Maps では情報の登録に登録元のホームページの情報と経営者からの投稿, 利用者からの投稿の三つの手段を利用している. よってセレクション式に含める説明変数としては, 運営会社を示すダミー変数と駐車場の規模の指標としての収容台数を用い, p 値に基づき変数選択することとした. その結果, 有意ではなかった収容台数を除外し, セレクション式の説明変数は運営会社を示すダミーのみとした.

サンプルセレクションを考慮した IV 推定の結果を表 8 に示す. OLS の結果と比べると有意水準係数ともに大きく変化していることがわかる. 特に対数価格に対する係数が -0.461 から -1.605 に大きく変化し, 同時に有意性も向上し, 1%有意となった.

表 4 OLS 推定結果

被説明変数: occupancy_AV_log	OLS	Coef.	t	P> t	VIF
Neighborhood_commercial_districts		1.024	1.614	0.109	1.155
major		3.309	9.697	0.000	2.007
submajor		2.664	2.354	0.020	2.646
DTWD_per10min_log		-0.461	-1.995	0.048	6.809
Discount		-1.436	-2.327	0.022	1.289
r200_majorate		-1.932	-1.792	0.076	3.365
_cons		-1.606	-1.664	0.099	
Number of obs		133			
F(7, 125)		18.460			
Prob > F		0.000			
R-squared		0.468			
Adj R-squared		0.442			

表 5 内生性の検定

内生性検定 (DTWD_per10min_log)

Durbin (score) chi2(1)	7.65703 (p=0.0057)
Wu-Hausman F(1,126)	7.69717 (p=0.0064)

表 6 内生性の検定

過剰識別検定 (landprice_log, r200)

Sargan(score)chi2(1)	0.838 (p= 0.360)
Basman chi2(1)	0.793 (p=0.373)

表 7 IV 推定結果

被説明変数: occupancy_av_log	IV : price~lamdprice_log+r200	Coef.	z	P> z
dtwd_per10min_log		-1.162	-3.290	0.001
neighborhood_commercial_district		0.920	1.440	0.151
major		3.416	9.860	0.000
submajor		2.419	2.110	0.035
discount		-1.449	-2.330	0.020
r200_majorate		-1.783	-1.640	0.101
_cons		1.039	0.740	0.457
Number of obs		133		
Wald chi2(5)		115.850		
Prob > chi2		0.000		

(2) 考察

IV を用いた場合と用いなかった場合では対数駐車場価格の弾力性が大きく変化している. これについては, 当該変数が内生的であることが示唆されているため, OLS が影響を過小評価していると考えられる.

サンプルセレクションを考慮した IV 推定の結果, 価格弾力性を示す dtwd_per10min_log の係数は -1.605 となった. この値は第 2 章の既往研究で紹介した既往の推計値に比べやや大きい値となっている. その理由として考えられるのは, 代替手段の利便性が高いこと, および操作変数が構造式の誤差項と相関を持つ可能性である.

一つ目の代替手段については, 主に代替交通手段と代替の駐車スペースが考えられる. 前者について, 代替交通手段の利便性が高く, 選択肢集合が豊富であれば, 車による移動の優位性は下がり, ほかの手段を選択する確

表 8 サンプルセレクションを考慮した IV 推定結果

被説明変数: occupancy_av_log sample+IV: price~lamdprice_log+r200	Coef.	z	P> z
neighborhood_commercial_district	0.982	1.630	0.102
major	3.751	7.180	0.000
submajor	2.926	2.580	0.010
discount	-1.236	-2.090	0.036
r200_majorrate	-1.425	-1.370	0.170
dtwd_per10min_log	-1.605	-3.580	0.000
_cons	2.424	1.350	0.176
dtwd_per10min_log			
neighborhood_commercial_district	0.175	4.010	0.000
major	0.333	9.660	0.000
submajor	0.001	0.040	0.965
discount	0.105	2.430	0.015
r200_majorrate	0.262	3.340	0.001
landprice_log	1.579	16.490	0.000
r200	-0.020	-16.020	0.000
_cons	-5.092	-9.300	0.000
sample_dum			
major	1.392	10.100	0.000
submajor	-1.192	-4.490	0.000
_cons	-1.420	-13.000	0.000

率が上がると考えられる。Lehner and Peer (2019)⁹⁾の研究でも代替の交通手段は弾力性の推計に大きな影響を与える可能性が指摘されている。特に本研究で対象としている広島市は路面電車がとっておりバス網も発達しているため、この影響により代替交通手段が選択されやすくなり価格弾力性が大きくなると考えられる。

後者の代替の駐車スペースについては、Kobus et al. (2013)¹²⁾が、路外駐車場と路上駐車場の両方が使用可能でかつ、これらの価格差が小さければ弾力性が非常に大きくなるという結論を示している。つまり代替可能な駐車スペースが存在すると弾力性が上がることを意味している。これは日本における「代替可能な駐車場が周囲に多数存在しており、かつこれらの価格が距離の近い者同士で似ている」という状況で高い価格弾力性を示すことと整合している。

もう一つの考えられる理由は、IV が構造式の誤差項と相関している可能性である。これは IV が対応する内生変数を通さずに直接需要に影響を与えているということであり、本研究の文脈では、対数地価と一定距離内にある駐車場の数が直接駐車率に影響を与えている場合となる。これについては、地価が高い場所ではテナント料が高く設定されており、高いテナント料を払える店舗は人気があり集客力が高くより多くの駐車場の需要を生む可能性である。また、一定距離内にある駐車場の数は需要の競合が起こり、駐車率が低下するかもしれない。これらの点については、今後考察を深めていきたい。

6. おわりに

本研究では、ほぼ自由市場に近い状況といえる日本の時間貸し駐車場（コインパーキング）の特徴を生かし、駐車場需要の価格弾力性を実証的に推定することを試みた。具体的には、広島県広島市中心部の 8km² 四方程度の対象地域において、時間貸し駐車場の価格と需要（駐車率）を調査し、駐車場需要の価格弾力性を計量経済学的手法で推定した。推定においては、価格の内生性と、一部の駐車場のみを需要調査の対象としたことに起因するサンプルセレクションの問題が発生するため、これらの問題に対して、Heckman 型のサンプルセレクションモデルと操作変数法を組み合わせることで対処した。

対数駐車場価格に対する操作変数として、対数地価と 200m 以内にある駐車場の個数 (r200) を用いた。推定の価格弾力性は -1.605 となった。これは海外の既往研究と比べても大きな値である。その理由として考えられるのは、代替手段の利便性が高いこと、および操作変数が構造式の誤差項と相関を持つ可能性である。

以下、今後の課題について述べる。今回の研究では駐車率を全時点の平均としているが、午後 2 時のような決まった時点での駐車率をもとに推定することで、時間帯ごとの価格弾力性を調べることができる。また、本研究では駐車率が 0~1 の値であるとして重回分析を行っている。Lehner and Peer (2019)⁹⁾の指摘では、RP 調査において駐車場の収容台数という物理的な制限が存在するため、潜在的な需要を観測することができないとされている。これは駐車率が高い駐車場に関しては、価格の上昇で需要が減少したとしても、収容台数以上の需要が依然として存在し、駐車率が高い水準でとどまる可能性があることを示している。つまり、ハイエンドとローエンドで異なった価格弾力性を示す可能性があり、垂直に分割された市場を考慮する必要があるかもしれない。

謝辞

本研究について、神戸大学計画学研究グループの教員各位から貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝を申し上げる。なお、本研究は、JSPS 科研費 20H02275 および 21H01454 の助成を得たものである。

参考文献

- 1) Shoup, D.: *The High Cost of Free Parking*, Planners Press, Chicago, 2005.
- 2) Axhausen, K.W., Chikaraishi, M. and Seya, H.: *Parking: Learning from Japan*, *Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung*, No.1095, 2015.
- 3) 高田邦道：駐車場学（交通ブックス 125），成山堂書店，2015.

- 4) Barter, P.A.: *Parking Policy in Asian Cities*, Asian Development Bank (ADB), Manila (<http://www.adb.org/publications/parking-policy-asian-cities>), 2011.
- 5) Lehner, S. and Peer, S.: The price elasticity of parking: A meta-analysis, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, pp.177–191, 2019.
- 6) 吉田朗：都市内駐車場の配置と規模決定に関する研究，都市計画論文集，Vol.23，pp.391–396，1988.
- 7) 田中康仁，小谷通泰，寺山一輝：都心商業地域への来街者による駐車場の選択行動に影響を与える要因の分析，都市計画論文集，Vol.55，No.3，pp.659–665，2020.
- 8) Seya, H., Axhausen, K.W. and Chikaraishi, M.: Spatial unconditional quantile regression: Application to Japanese parking price data, *The Annals of Regional Science*, Vol.65, No.2, pp.351–402, 2020.
- 9) 西山慶彦，新谷元嗣，川口大司，奥井亮：計量経済学，有斐閣，2019.
- 10) Roodman, D.: Fitting fully observed recursive mixed-process models with `cmp`, *The Stata Journal*, Vol.11, No.2, pp.159–206, 2011.
- 11) 松原大樹，松川寿也，中出文平：中心市街地活性化から見た時間貸し駐車場のあり方に関する研究，都市計画論文集，Vol.55，No.3，pp.243–249，2020.
- 12) Kobus, M.B., Gutiérrez-i-Puigamau, E., Rietveld, P. and Van Ommeren, J.N.: The on-street parking premium and car drivers' choice between street and garage parking, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 43, pp. 395–403, 2013.

(Received October 1, 2021)